



Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

Веб-ГИС системы мониторинга и прогнозирования гидрологической обстановки в бассейнах крупных рек России с использованием наземных и спутниковых данных

Дерюгина В.В., Борщ С.В., Кровотынцев В.А., Симонов Ю.А.

ФГБУ «Гидрометцентр России»
ФГБУ «НИЦ «Планета»
Росгидромет



Наземный сегмент космической подсистемы наблюдения Росгидромета



Спутниковые центры НИЦ «Планета»:

Европейский (Москва-Обнинск-
Долгопрудный)

Сибирский (Новосибирск)

Дальневосточный (Хабаровск)

● - более 70 автономных пунктов приема
спутниковой информации

Ежесуточно НИЦ «Планета»:

- принимает более **1,3 Тбайт** спутниковых данных
- производит более **490** видов информационной продукции
- обеспечивает более **550** потребителей федерального и регионального уровня

Группировка спутников наблюдения Земли, используемая в интересах Росгидромета



Задачи наземного сегмента космической подсистемы наблюдения Росгидромета

ОПЕРАТИВНОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- мониторинг и прогноз состояния атмосферы и океана;
- мониторинг ледяного покрова;
- информационное обеспечение гелиогеофизической службы.

КОНТРОЛЬ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (ЧС):

- оценка вероятности возникновения ЧС;
- мониторинг ЧС;
- оценка последствий ущерба от ЧС.

МОНИТОРИНГ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЗЕМЛИ И ЕЕ КЛИМАТА:

- изучение климатических, океанических и ландшафтных изменений на основе наблюдений за радиационным балансом, концентрацией парниковых газов, облачным покровом, озоновым слоем, снежным и ледяным покровами, температурой и цветностью океана, растительным покровом и т.д.;
- изучение климата и климатообразующих факторов.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ:

- картирование параметров загрязнения атмосферы, суши и океана;
- оценка зон риска распространения загрязнений, в том числе радиоактивных.

СБОР И ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ НАЗЕМНОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА ЧЕРЕЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

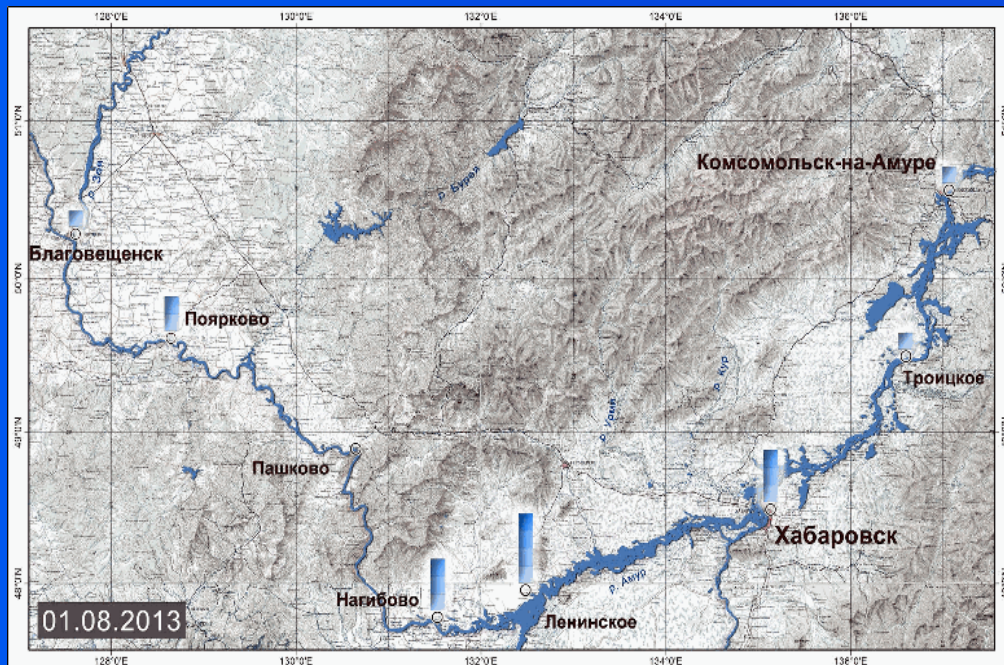
- создание, внедрение и эксплуатация системы сбора и передачи данных.

Катастрофическое наводнение 2013 г.

Данные гидрологических постов Росгидромета

отметка опасного уровня воды (ОУ)

Глубина затопления поймы (см)



По данным МЧС России в результате наводнения в **бассейне р. Амур** были затоплены:

- более **200 населенных пунктов** с населением около 80 тыс. человек,
- около **600 тыс. га** сельскохозяйственных земель,
- повреждено около **1500 км автомобильных дорог** и около **1000 км линий электропередач**.

Существенным затоплениям подверглись крупные города – **Хабаровск** и **Комсомольск-на-Амуре**. При этом продолжительность стояния высоких уровней (с превышением опасных отметок) составила **около месяца и более**. Были затоплены тысячи жилых домов, многие из которых **не подлежали восстановлению**.

По данным полномочного представителя президента РФ в Дальневосточном федеральном округе Трутнева Ю.П. экономический ущерб от наводнения составил **527 миллиардов рублей**

Разработчики системы «ГИС-Амур»

*Федеральное государственное бюджетное
учреждение
«Гидрометеорологический научно-исследовательский
центр Российской Федерации»*

*(ФГБУ «Гидрометцентр России»)
<http://www.meteoinfo.ru/>*



*Федеральное государственное бюджетное
учреждение
«Научно-исследовательский центр космической
гидрометеорологии «Планета»*

*(ФГБУ «НИЦ «Планета»)
<http://planet.iitp.ru/>*



Архитектура территориально –распределенной системы «ГИС-Амур»

Программное обеспечение

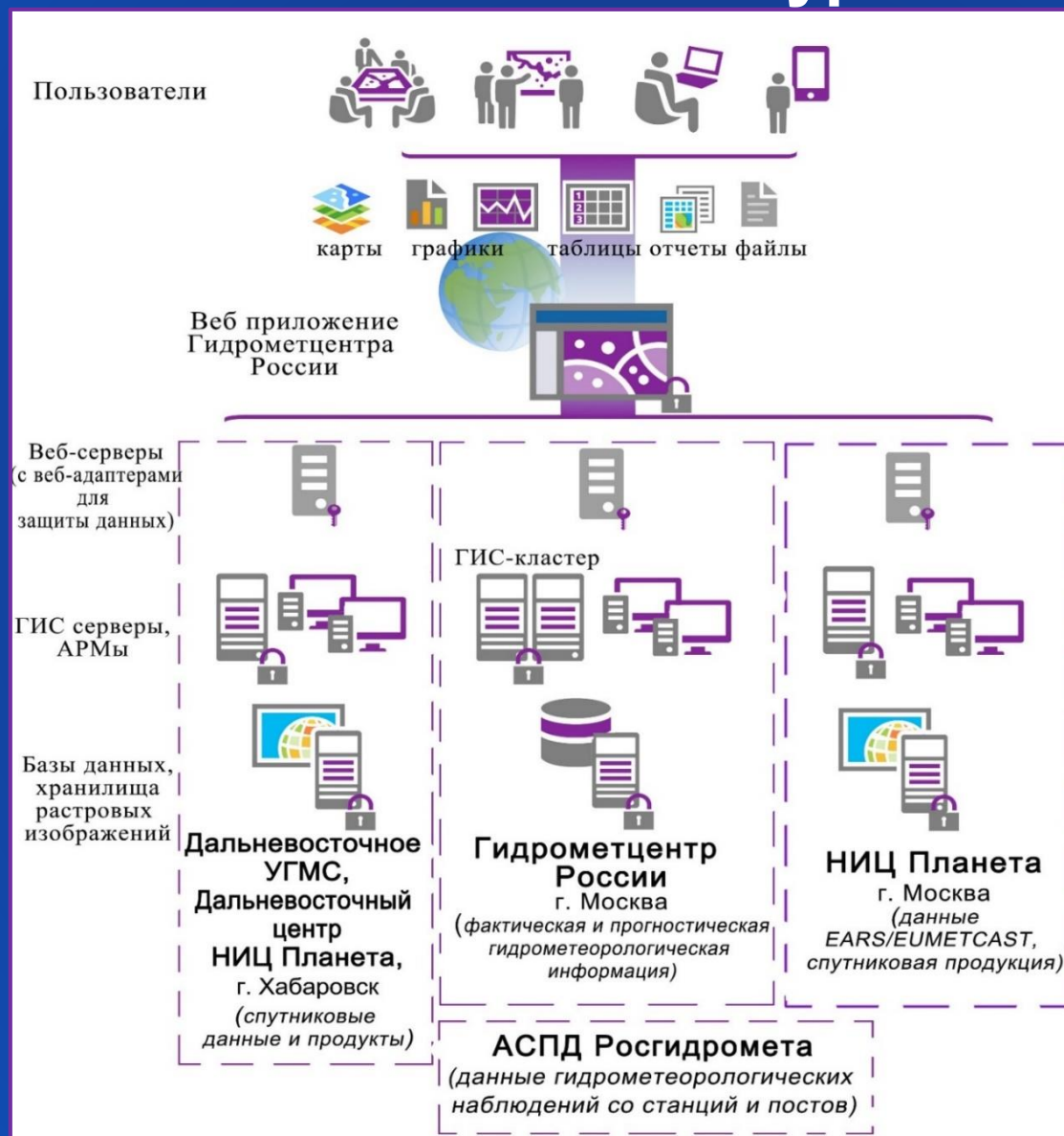
База данных
MS SQL
SERVER 2012

АРМы

ArcGIS for Desktop 10
(ArcGIS Advanced for Desktop)
доп модули
Spatial Analyst,
3D Analyst,
Geostatistical Analyst

ГИС - сервер

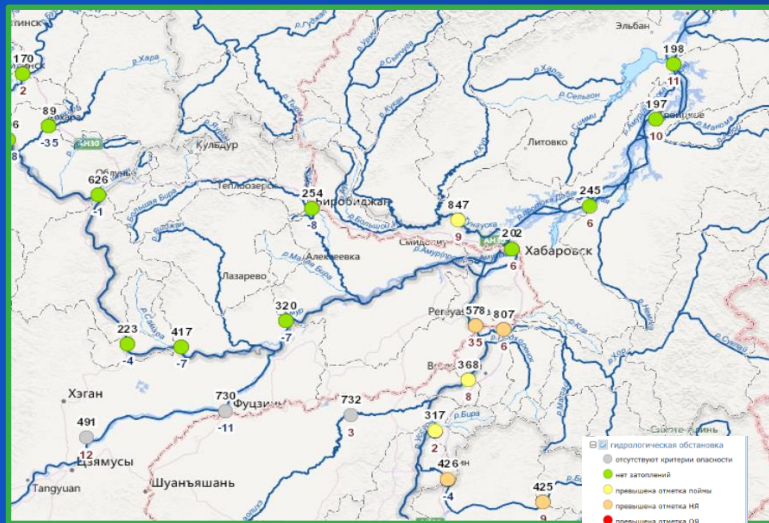
ArcGIS for Server 10
(ArcGIS for Server
Advanced)



Критерии выбора ПО:

1. Платформа промышленного образца
2. Высокая производительность при работе с большими объемами
3. Поддержка стандартных форматов обмена данными OGS
4. Возможность наращивания и развития системы
5. Возможность объединения в единой информационной среде разных видов информации, полученных от подразделений Росгидромета (УГМС, Гидрометцентр России, Центры НИЦ «Планеты»)

Гидрометеорологическая информация в «ГИС-Амур»



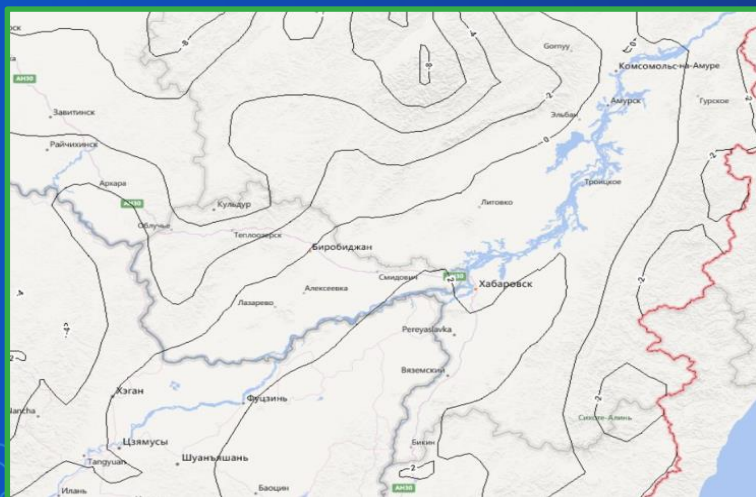
Гидрологическая обстановка на реке (класс опасности, уровень и его изменение, расход)



Гидрологическая обстановка на Зейском водохранилище (класс опасности, уровень воды, объем воды, приток, сброс воды)



Прогноз гидрологической обстановки на Зейском водохранилище (по моделям COSMO, NCEP, UKMO и JMA)



Метеорологический прогноз температуры по модели COSMO



Синоптические наблюдения (ветер, осадки, температура, давление)

уровень ВБ
уровень НБ

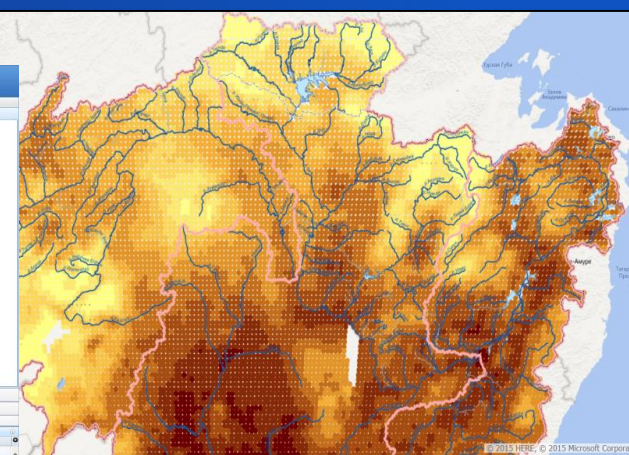
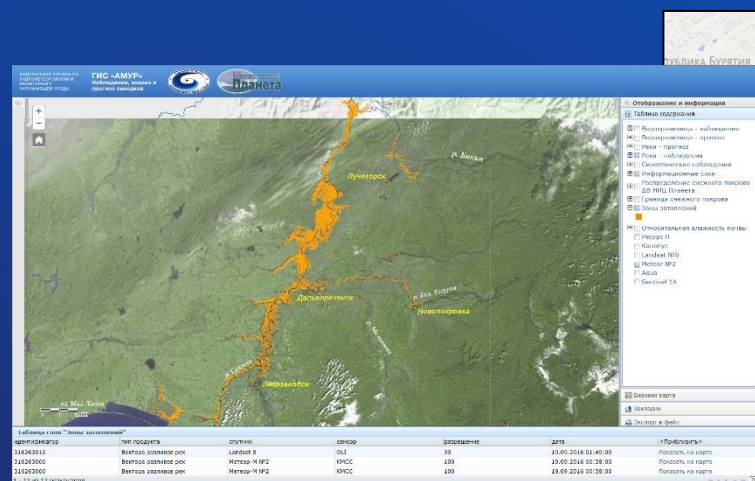
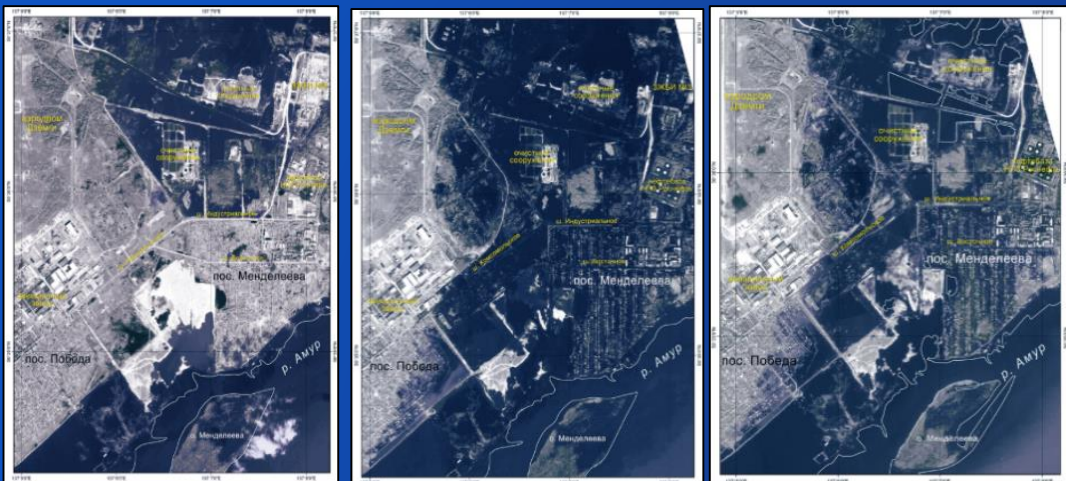
сброс
приток в/б
приток г/м



Объем воды
Прогноз
притока модели
COSMO
модели UKMO
модели NCEP
модели JMA

Прогноз
результатирующей
модели

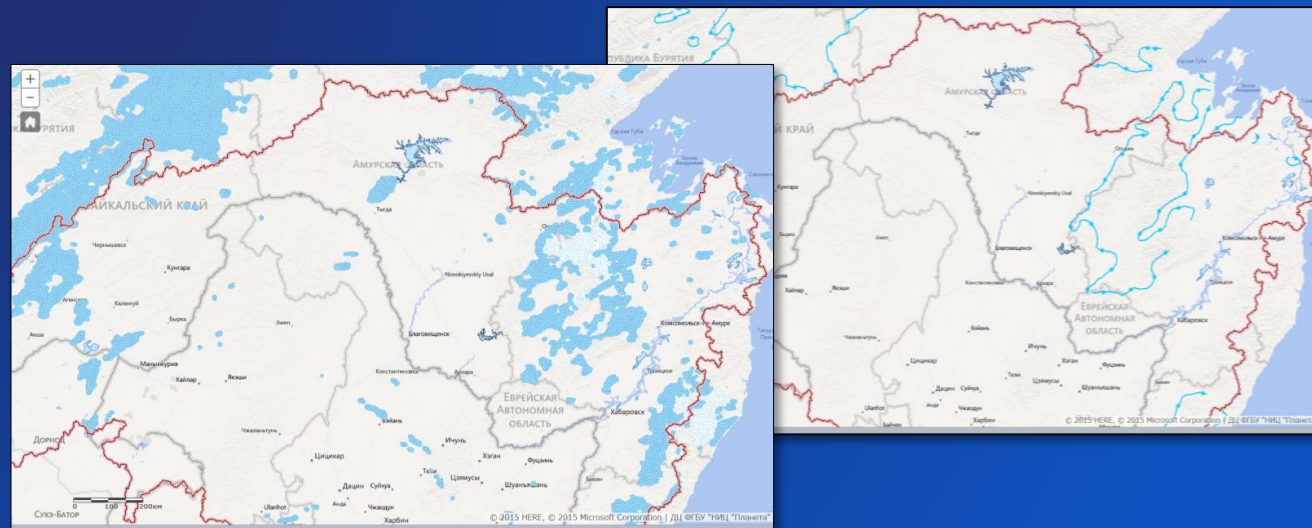
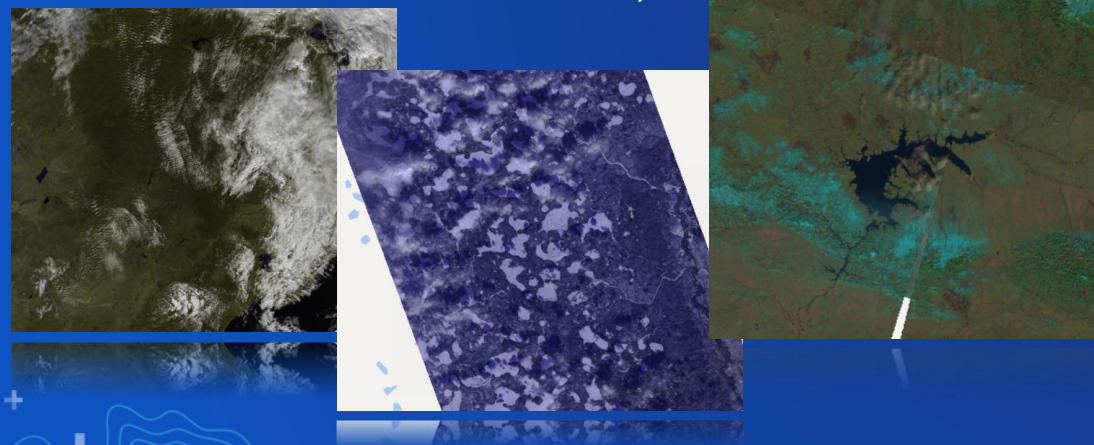
Использование спутниковой информации в «ГИС-Амур»



Относительная влажность почвы

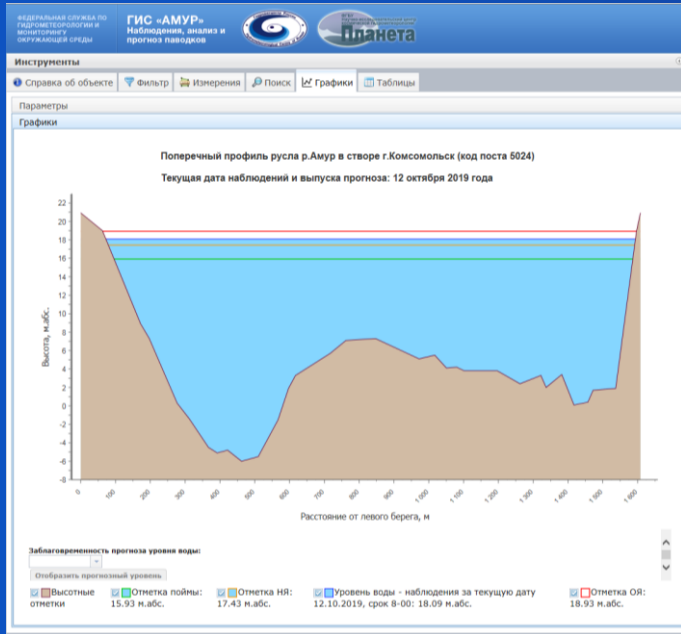
Зоны затоплений

02.09.2013 (начало) 12.09.2013 (максимум) 22.09.2013 (спад)
КА Канопус-В, разрешение 3 м
Развитие затопления (г. Комсомольск-на-Амуре, пос. Менделеева)

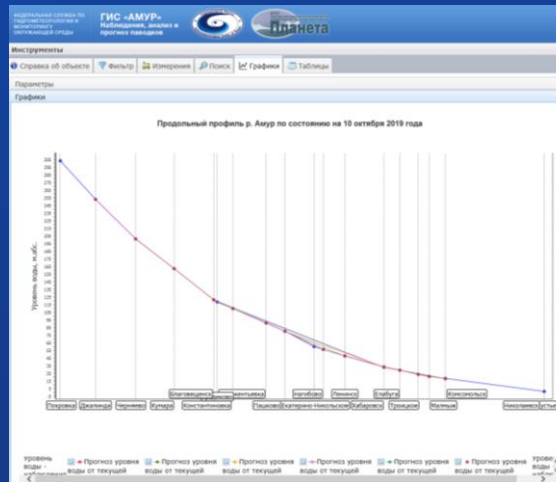


Распределение и граница снежного покрова

Спутниковые изображения Landsat-8, Aqua, Канопус, Ресурс-П, Sentinel -1,2



Поперечный профиль р. Амур в створе г. Комсомольск



Продольный профиль р. Амур

Фактические уровни воды в бассейне р.Амур на 20 сентября 2019 года и прогноз уровня воды (в см над нулем графика поста) на 21 - 26 сентября 2019 года

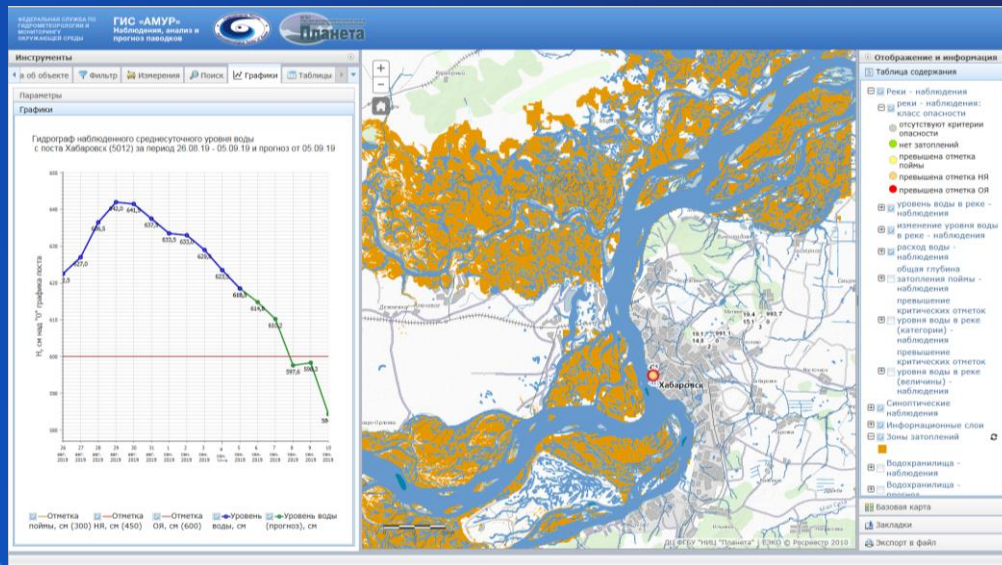
Индекс	Река - Пункт	Пойма	НЯ см	ОЯ см	Н факт. см	Н прогноз 21.09.19	Н прогноз 22.09.19	Н прогноз 23.09.19	Н прогноз 24.09.19	Н прогноз 25.09.19	Н прогноз 26.09.19	"0" графика поста
6005	р.Амур - с.Джалида	510	700	800	311	308						250.94
6010	р.Амур - с.Черняево	600	700	800	274	265	248					199.53
6016	р.Амур - с.Кумара	500	750	830								160.53
6022	р.Амур - г.Благовещенск	510	700	800	282	294	281	278	265	287	286	119.88
6024	р.Амур - с.Константиновка	500	700	750	323	329	317	326	342			107.64
6027	р.Амур - с.Иннокентьевка	640	850	930	479	486	481					87.52
6030	р.Амур - с.Пашково	1300	1400	1600	949	953	979	983				72.5
5002	р.Амур - с.Нагибово	800	880	1000	688	701						50.88
5004	р.Амур - с.Ленинск	620	750	800	763	754	743					42.94
5012	р.Амур - г.Хабаровск	300	450	600	536	533	525	530	528	531		30.69
5016	р.Амур - г.Елабуга	300	450	550	567	565						25.49
5019	р.Амур - с.Троицкое	250	380	450	474	476						20.52
5020	р.Амур - с.Малмыж	270	400	560	635	626						16.89
5024	р.Амур - г.Комсомольск	300	450	600	771	760	758	755	742			12.93
6280	р.Зея - п.Поллаковский	850	1000	1300	417	427						182.62
6286	р.Зея - с.Мазаново	450	550	620	202	220	224					152.98
6291	р.Зея - с.Малая Сазанка	780	900	970	472	492	505					134.44
6295	р.Зея - с.Белогорье	500	660	730	359	370	380					123.97
6364	р.Селемджа - с.Стойба	300	400	450	144							339.66
6369	р.Селемджа - Норск	450	650	700	357	374						200.49

Нуль поста - высота отметки нуля графика поста в м Б.С.

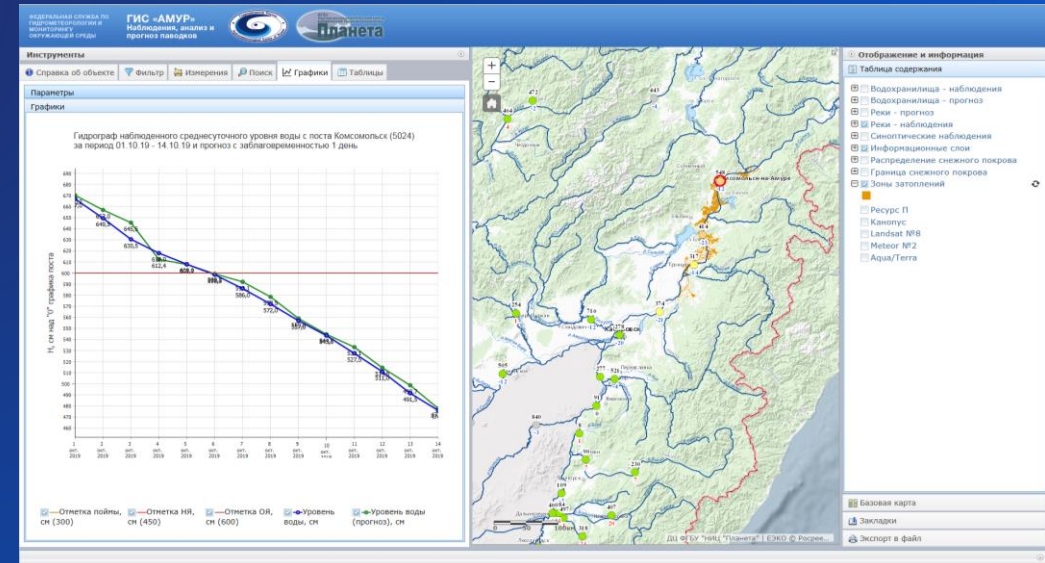
Нф - фактический уровень воды на 8-00 местного времени по состоянию на 20.09.2019

Критические значения уровня воды, в см над нулем графика поста:
Пойма - уровень, при котором происходит выход воды на пойму
НЯ - отметка неблагоприятного явления

Уровни воды в бассейне р.Амур и прогноз 2019 г.



Гидрограф среднесуточного уровня воды с поста Хабаровск 26.08.19 – 05.09.19 и прогноз от 05.09.19 (5 суток)



Гидрограф проверки прогноза с поста Комсомольск на Амуре 01.10.2019 – 14.10.2019 с заблаговременностью 1 день

Автоматизированное наполнение системы гидрометеорологической и спутниковой информацией

Программное обеспечение для загрузки данных в БД

Язык программирования Python (версия 2.6)

Программный пакет ArcPy

Модуль картографирования ГИС *arcgymapping*

Ежесуточно в БД загружается:

- более 200 Мб синоптической информации;
- 200 Мб метеорологических прогнозов;
- 200 Мб гидрологических наблюдений и прогнозов;
- 2-10 Гб спутниковых изображений и информационных продуктов;



Программное обеспечение для разработки веб-приложения

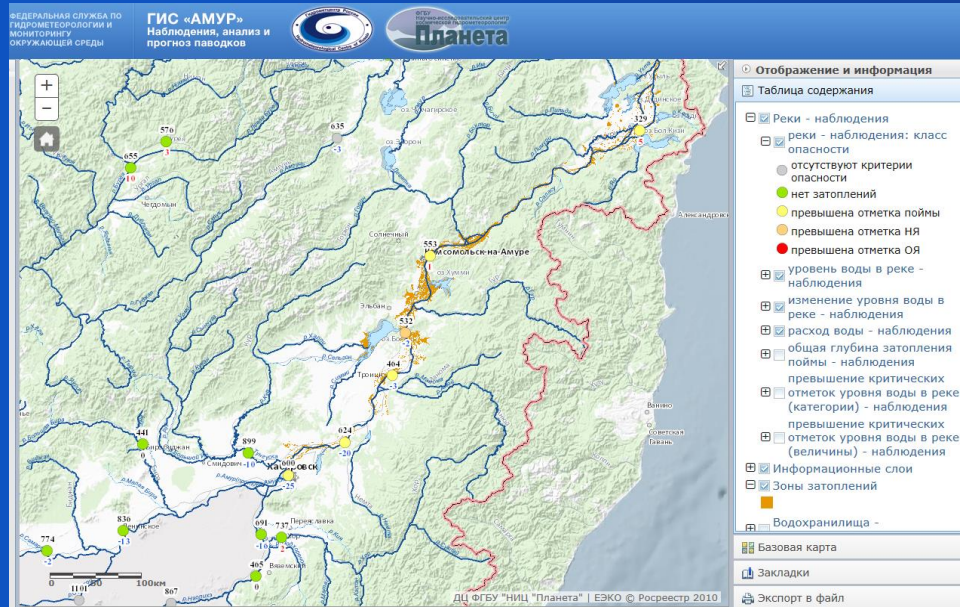
Язык программирования for ArcGIS

Java Script API (версия 3.1)

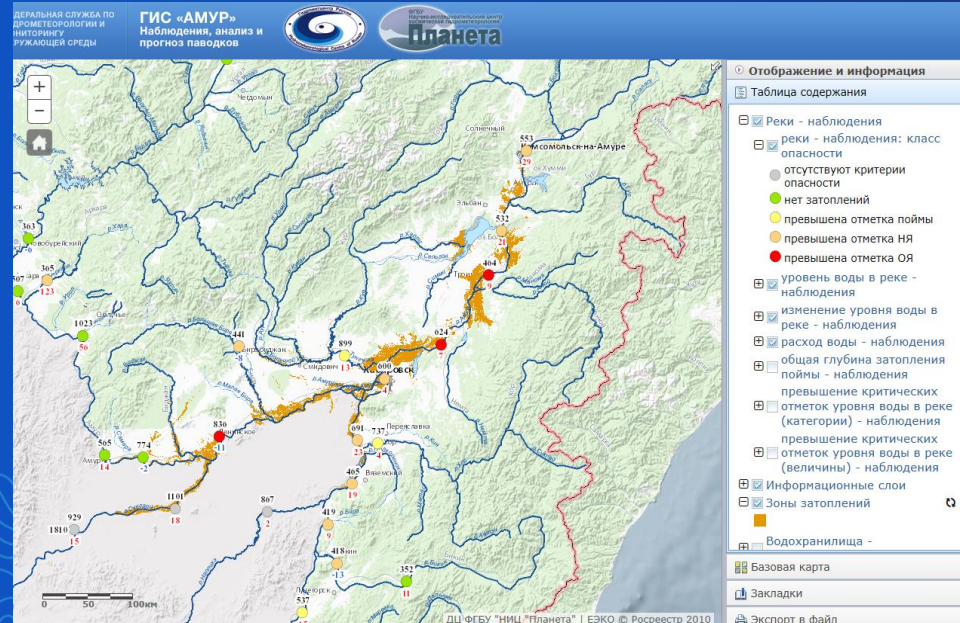
5 лет эксплуатации системы «ГИС-Амур» (2015-2019)

В бассейне р. Амур паводки происходят в период с июля по сентябрь. Последние годы отмечается повышенная активность муссонных процессов, которая приводила к затоплениям в различных частях бассейна Амура и Уссури

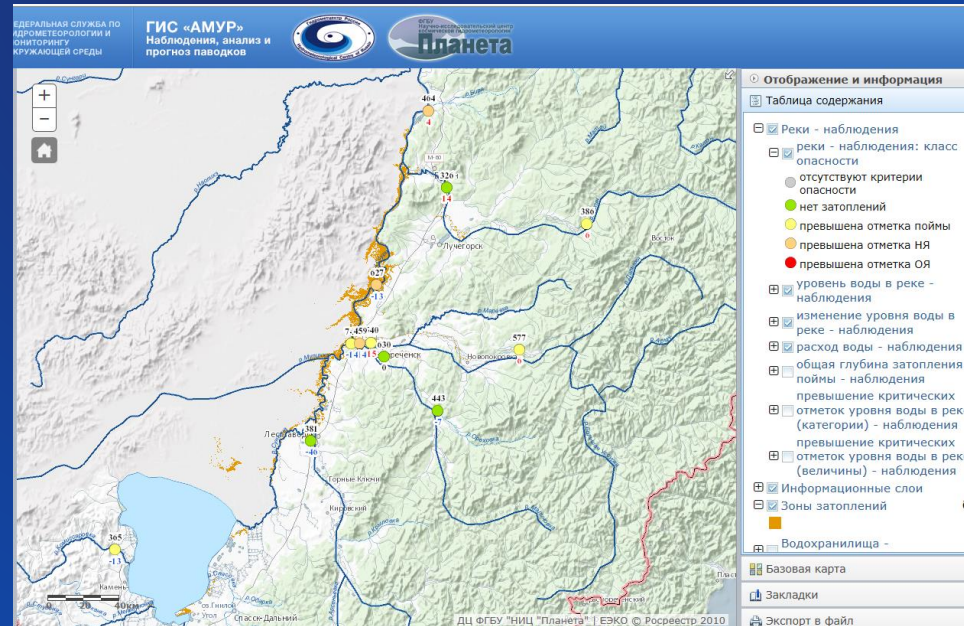
На р. Уссури в сентябре 2016 г. регистрировался существенный подъемы уровня воды в связи с дождевыми паводками, приведшими к существенным затоплениям прибрежных территории.



21.08.2018



20.08.2019



19.09.2016

на Среднем и Нижнем течении Амура в августе - сентябре 2019 г. наблюдался значительный паводок, который по своим масштабам уступил только паводку 2013 г.

«ГИС-Волга» 2019 г. Архитектура системы

Программное обеспечение

База данных
MS SQL
SERVER 2014

АРМы
ArcGIS for Desktop 10.5
(ArcGIS Advanced for Desktop)
доп модули
Spatial Analyst,
3D Analyst,
Geostatistical Analyst

ГИС - сервер
ArcGIS for Server 10.5
(ArcGIS for Server
Advanced)



Гидрометеорологическая информация в «ГИС-Волга»

НАБЛЮДЕНИЯ НА РЕКАХ

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ

КЛАСС ОПАСНОСТИ

✓ Класс опасности (категория опасности) гидрологической ситуации – определяется для наблюдений (8-00 и 20-00 местного времени) в зависимости от положения уровня относительно неблагоприятного явления –далее НЯ, отметка опасного явления – далее ОЯ). Данный показатель критическим отметкам уровня воды на данном гидрологическом посту, 2 (нет затопления (превышена отметка ОЯ). Данному диапазону значений соответствует цветовая шкала залп (категория ОЯ) присвоен красный цвет, минимальной (нет затопления) – зеленый, выход из отсутствия информации о критических отметках уровня – серый цветом.

УРОВЕНЬ ВОДЫ

✓ Уровень воды – это высота водной поверхности над условной горизонтальной плоскостью ежедневно в основные сроки гидрологических наблюдений (8-00 и 20-00 местного времени) паводков могут производиться учащенные наблюдения за уровнем воды. Точность измерений требований и варьирует от 0,1 до 6 см в зависимости от технических данных используемых измерений уровня воды составляет 1 см.

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ВОДЫ

✓ Изменение уровня воды на гидрологическом посту за сутки (24 часа) – рассчитывается часовым уровнем воды на гидрологическом посту и уровнем воды в предшествующий 8-часовой период.

АБСОЛЮТНЫЙ УРОВЕНЬ ВОДЫ

✓ Абсолютное значение высоты уровня воды на гидрологическом посту (в принятой системе) ежедневно для основных сроков гидрологических наблюдений как сумма абсолютной отметки выраженного в метрах.

ЕЖЕДНЕВНЫЙ РАСХОД ВОДЫ

✓ Ежедневный расход воды – рассчитывается в м³/с ежедневно для гидрологического поста (кривой связи расходов и уровней).

ГИС Волга

Наблюдение на реке

Класс опасности: 23.10.2019

- отсутствует критерий опасности
- нет затоплений
- превышена отметка НЯ
- превышена отметка ОЯ

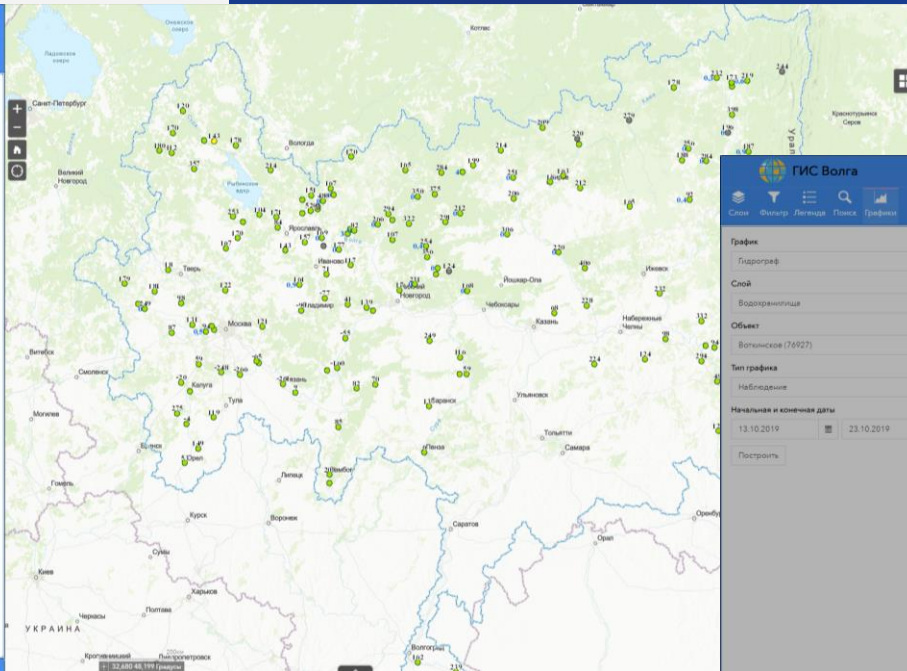
Уровень воды: 23.10.2019

Осадки за сутки: 23.10.2019

Информация

Бассейн реки

Открытие к карте записей продуктивной вкладки в слое карты 0-100 км. % / zooming 90.99.2019



Наблюдения на реках, класс опасности, уровень воды, осадки за сутки 22.10.2019

ГИС Волга

График

Гидрограф

Слой

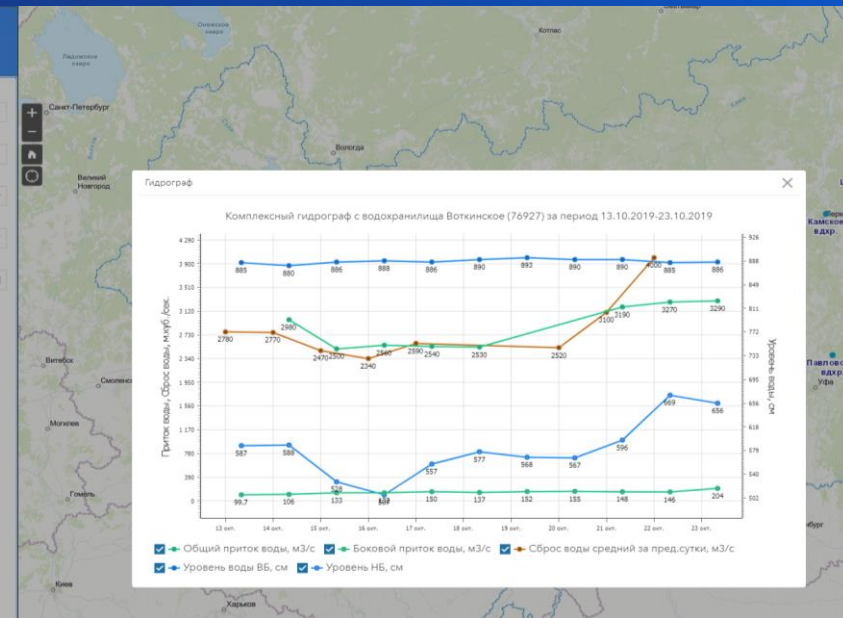
Водохранилища

Объект: Воткинское (76927)

Тип графика: Наблюдение

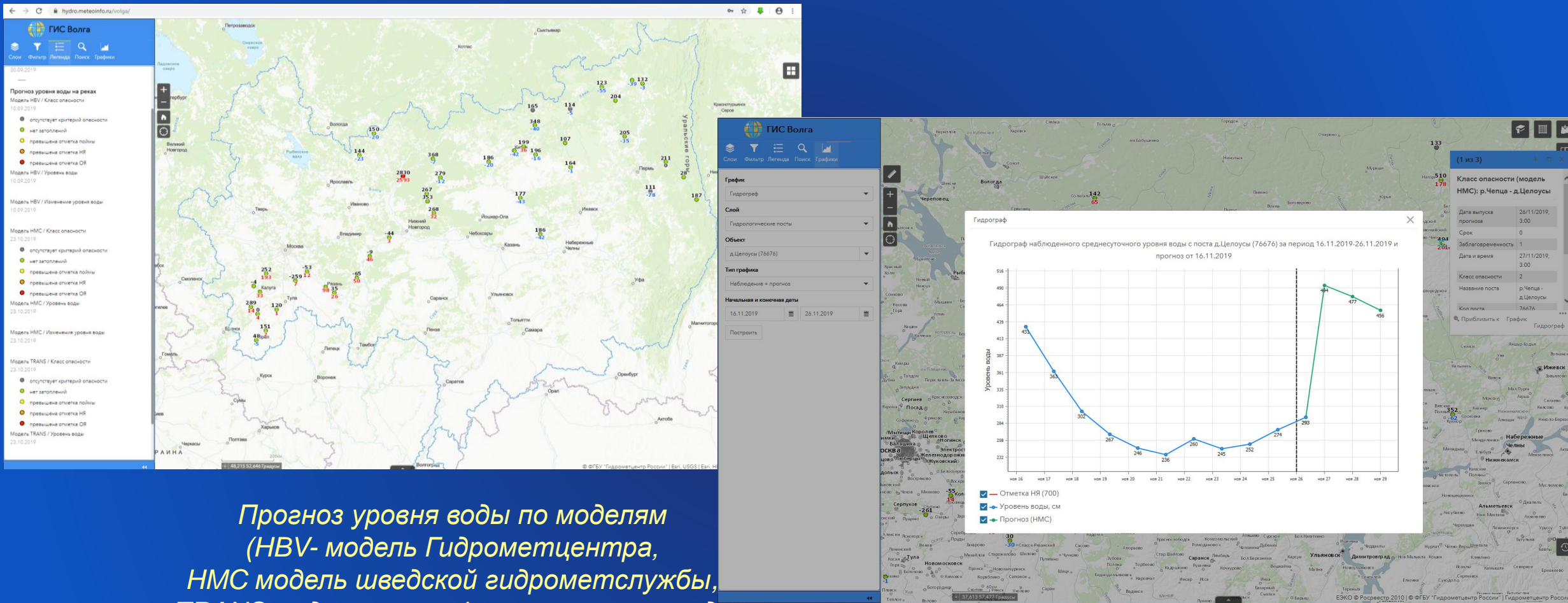
Начальная и конечная даты: 13.10.2019 - 23.10.2019

Построить



Наблюдения на водохранилищах. Комплексный гидрограф с водхр. Воткинское за период 13.10.2019-23.10.2019. Уровень воды ВБ, уровень НБ, боковой приток воды, сброс воды средний за пред.сутки, общий приток воды.

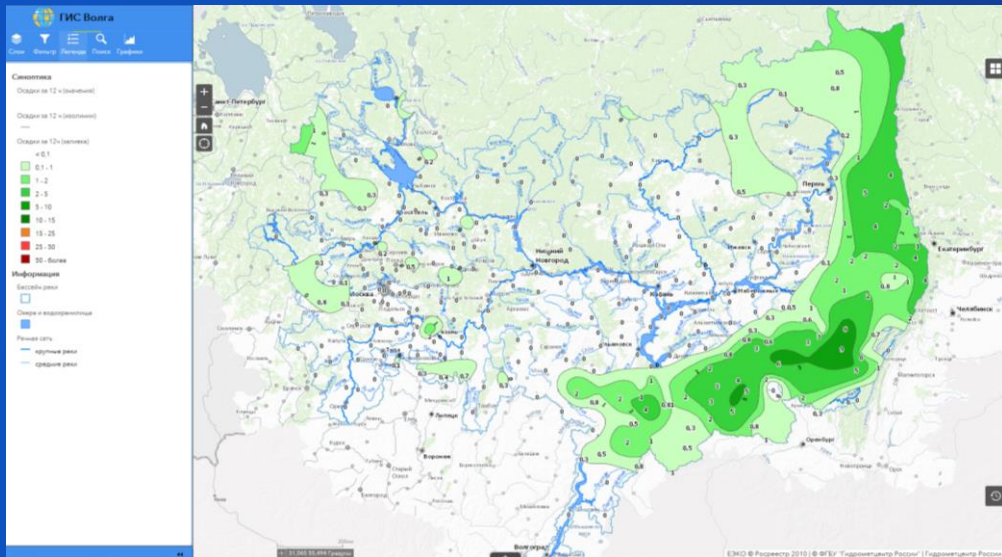
Прогноз уровня в «ГИС-Волга»



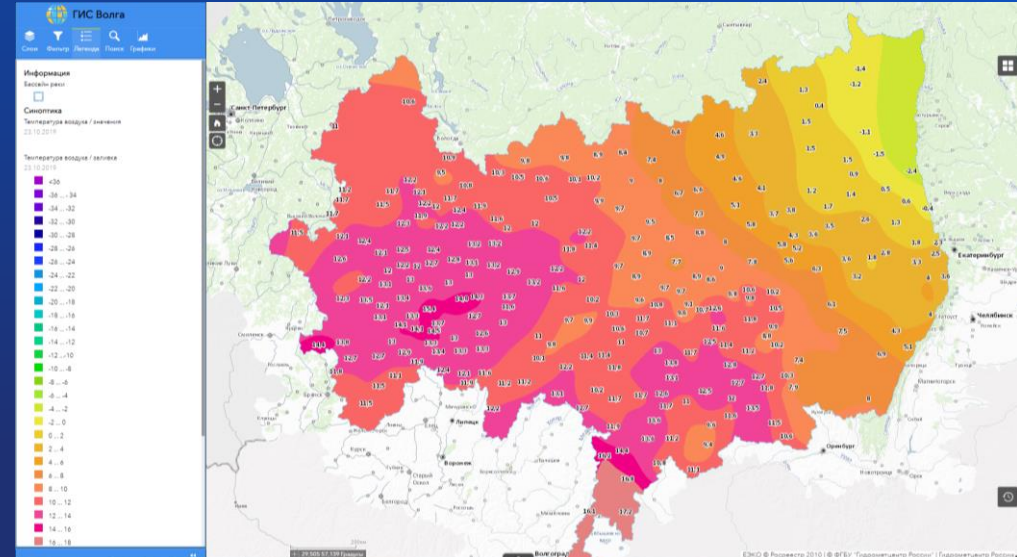
Прогноз уровня воды по моделям (NBV- модель Гидрометцентра, HMC модель шведской гидрометслужбы, TRANS модель трансформации по методу Калинина - Милюкова)

Гидрограф наблюдаемого среднесуточного уровня воды с поста д. Целоузы (76676) за период 16.11.2019-16.11.2019 и прогноз от 16.11.2019

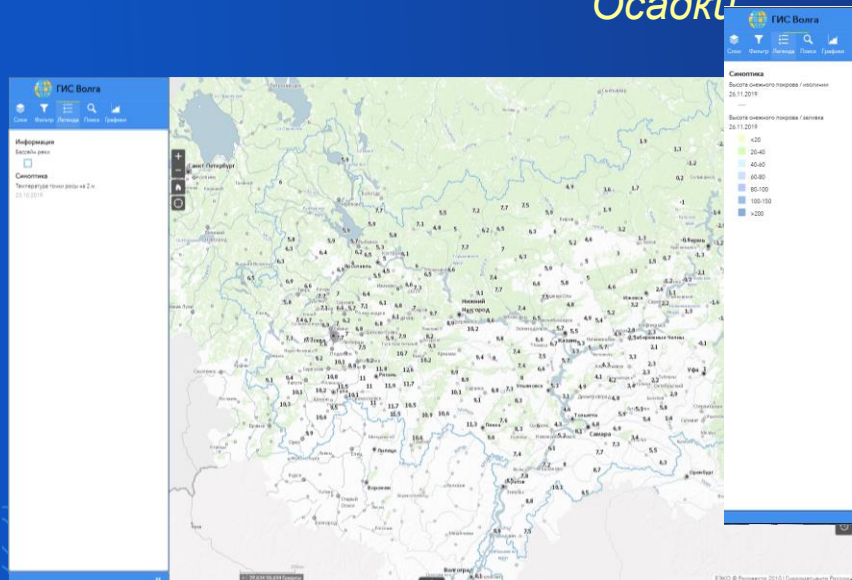
Синоптика «ГИС-Волга»



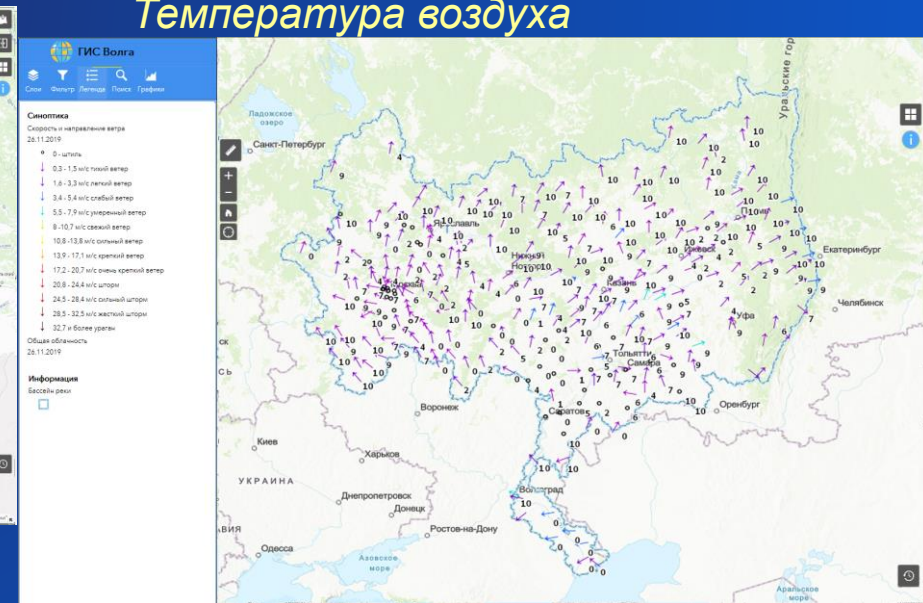
Осадки



Температура воздуха



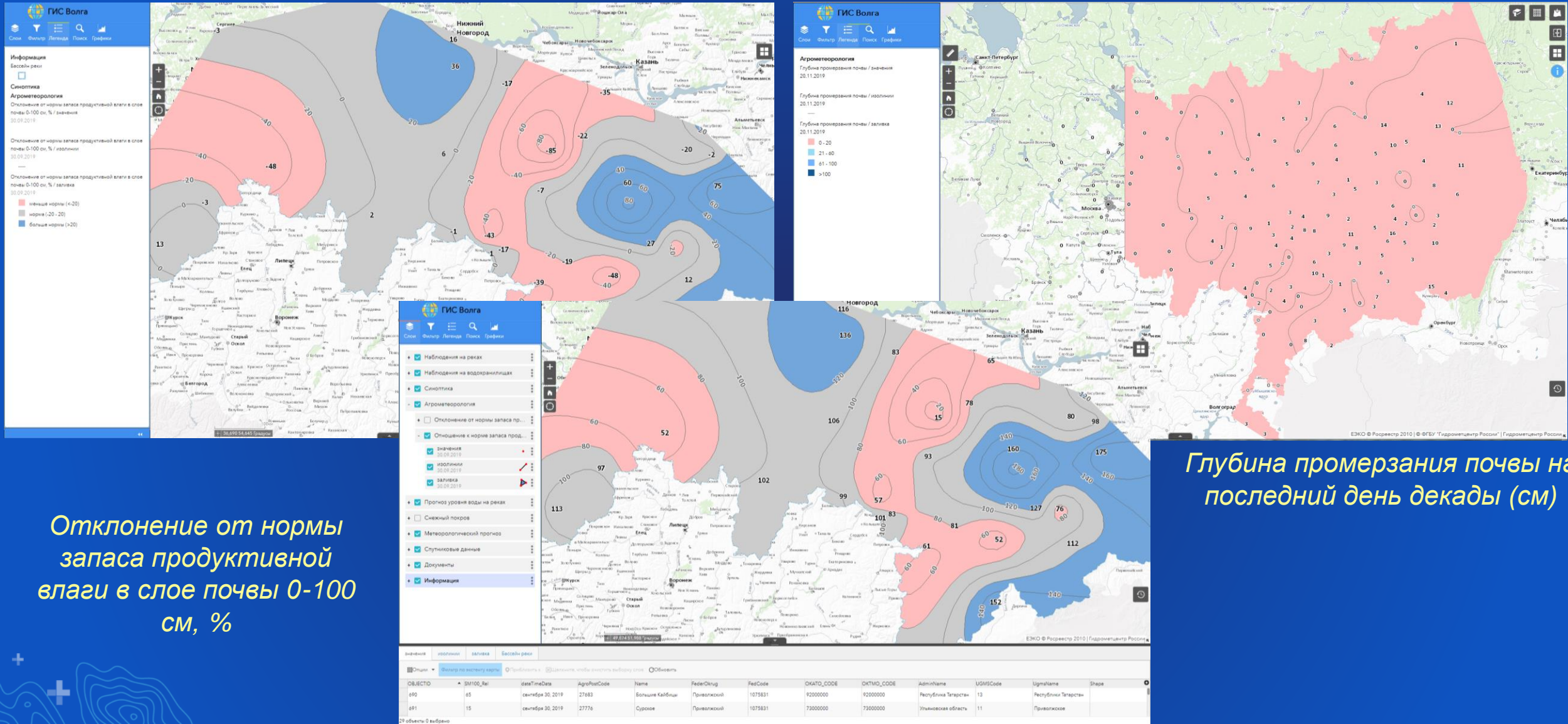
Высота снежного покрова



Общая облачность и скорость ветра

Температура точки росы

Агрометеорология «ГИС-Волга»

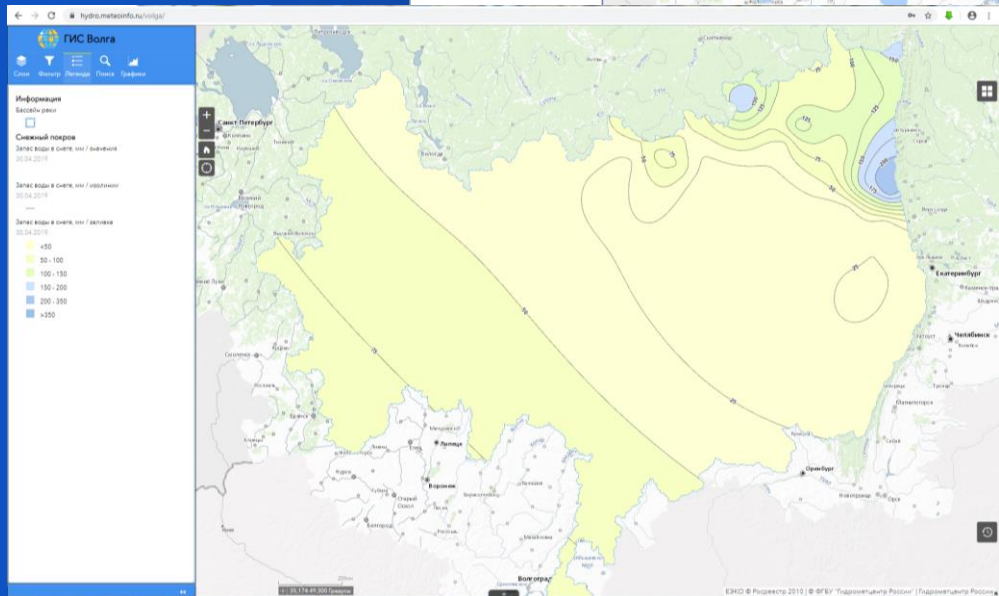
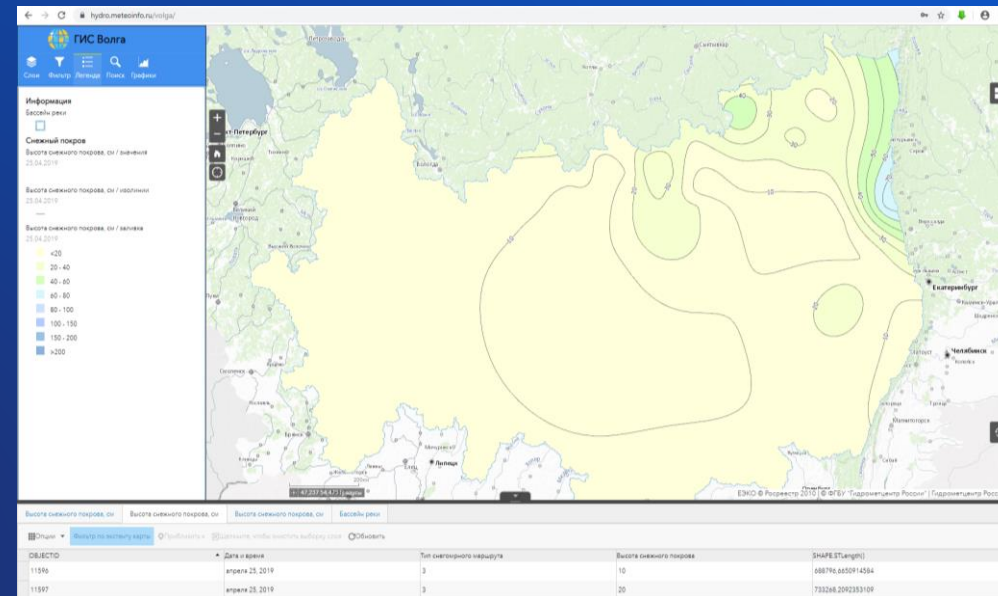
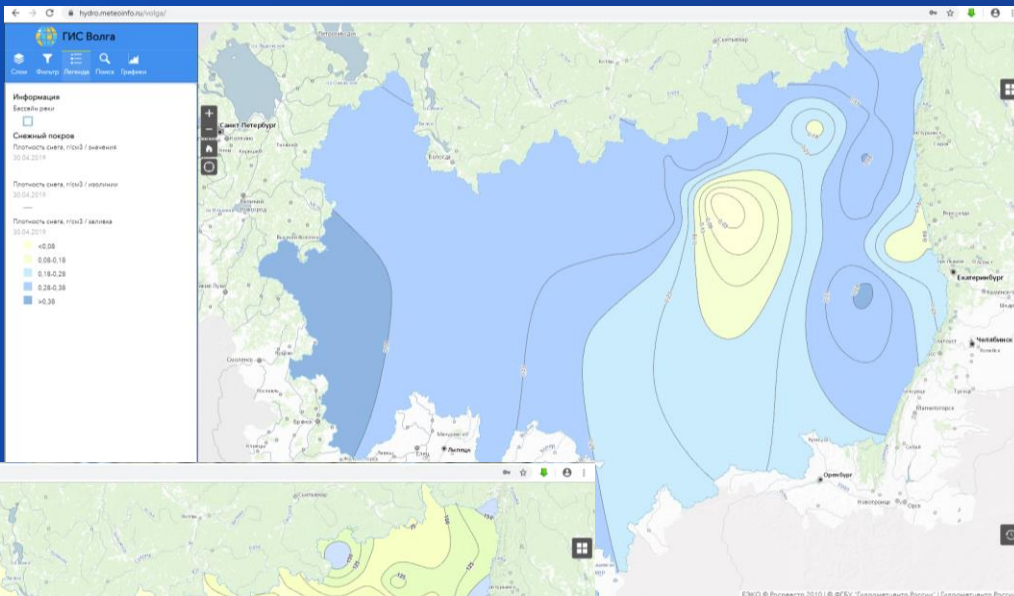


Отклонение от нормы запаса продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, %

Глубина промерзания почвы на последний день декады (см)

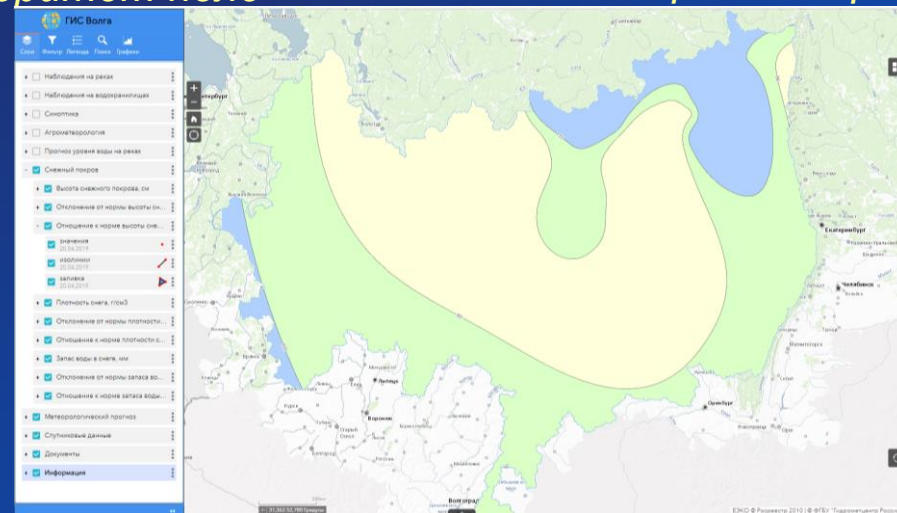
Отношение к норме запаса продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, %

Снежный покров «ГИС-Волга»

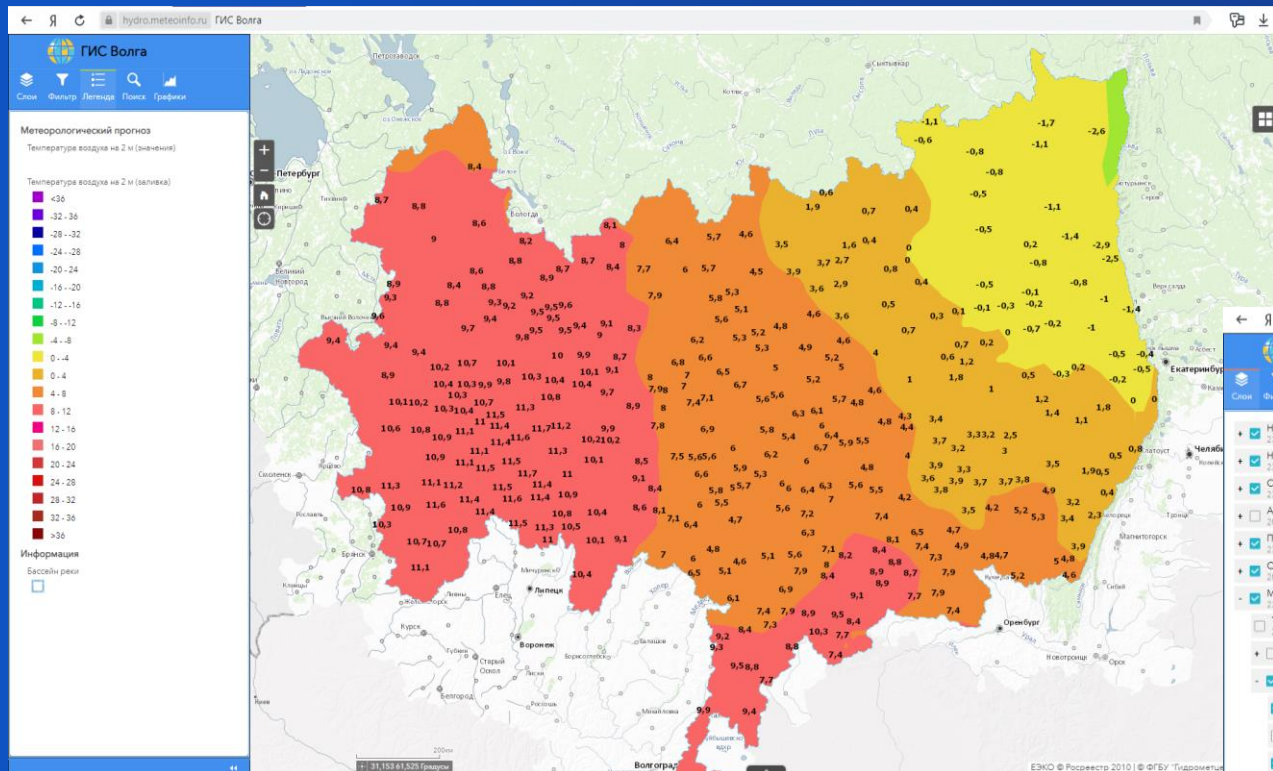


Плотность снега
приоритет поле

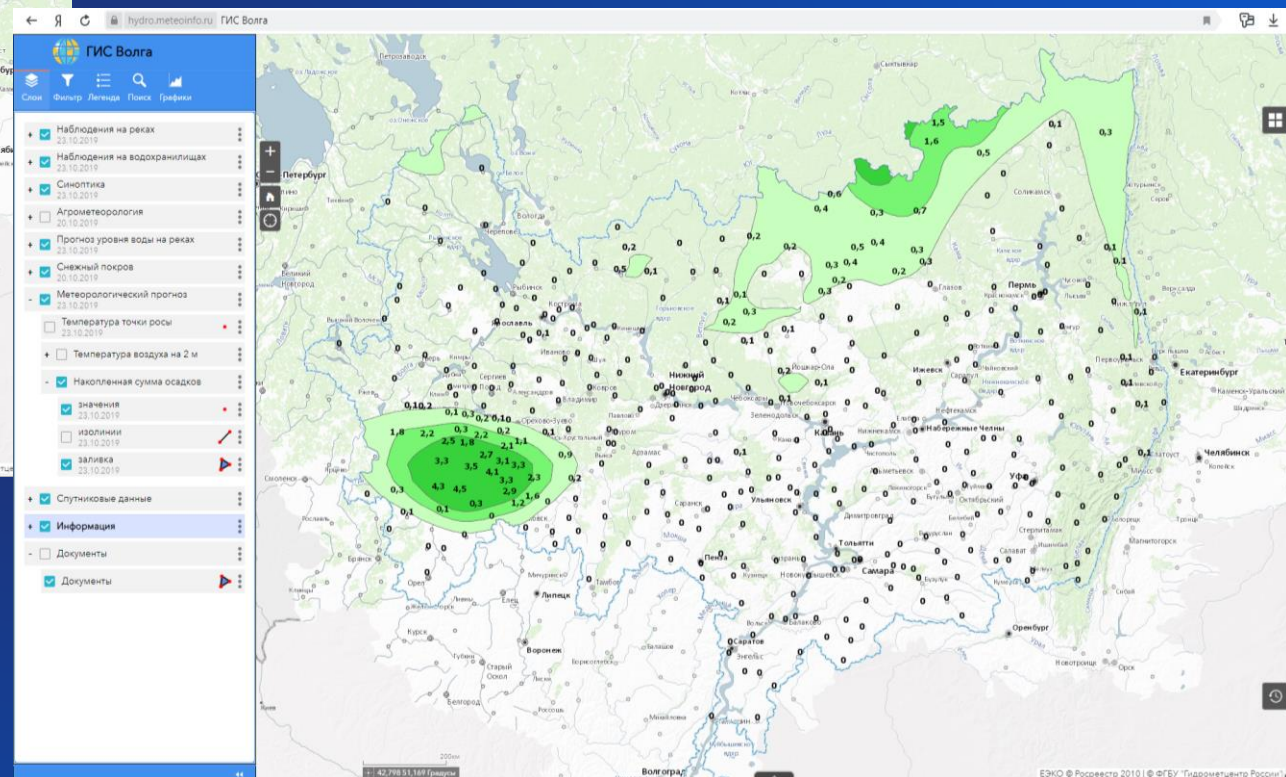
Высота снежного покрова
Тип снегомерного маршрута: приоритет поле



Метеорологический прогноз «ГИС-Волга»

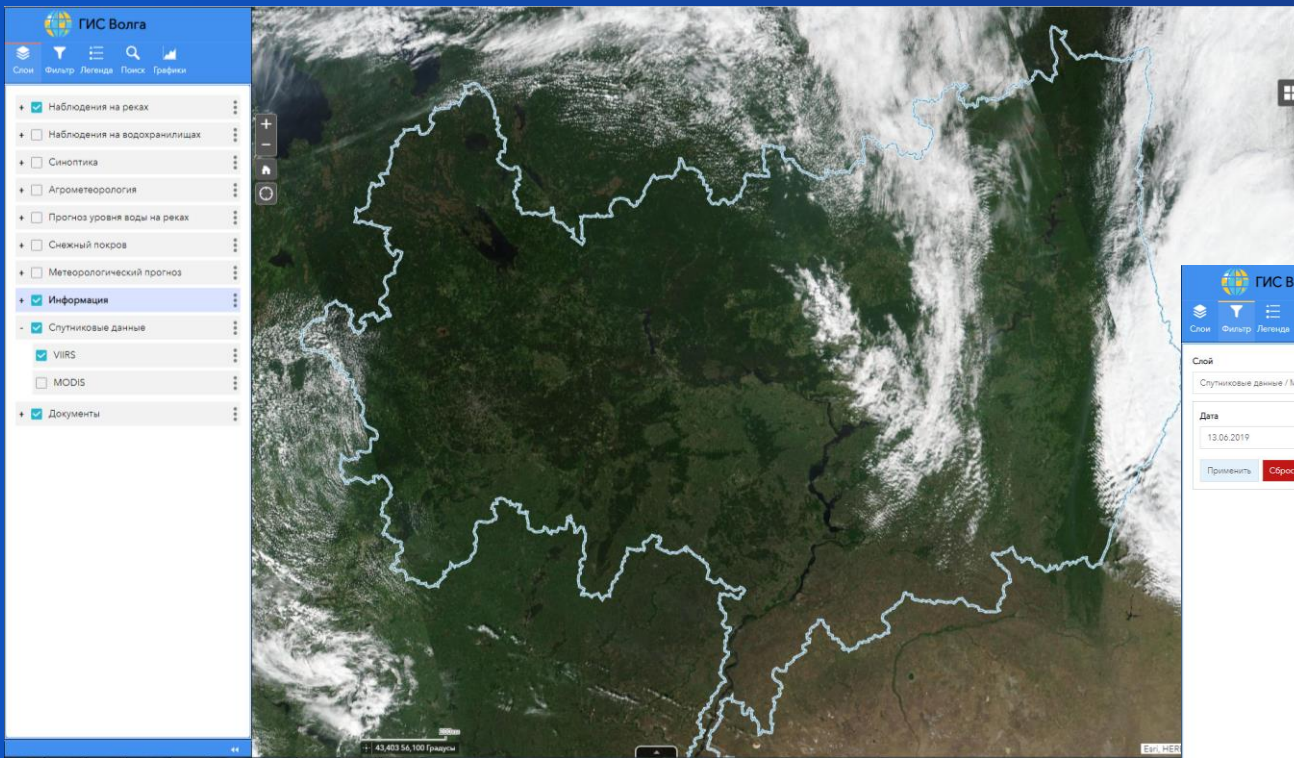


Температура воздуха по модели COSMO с заблаговременностью до 72 часа

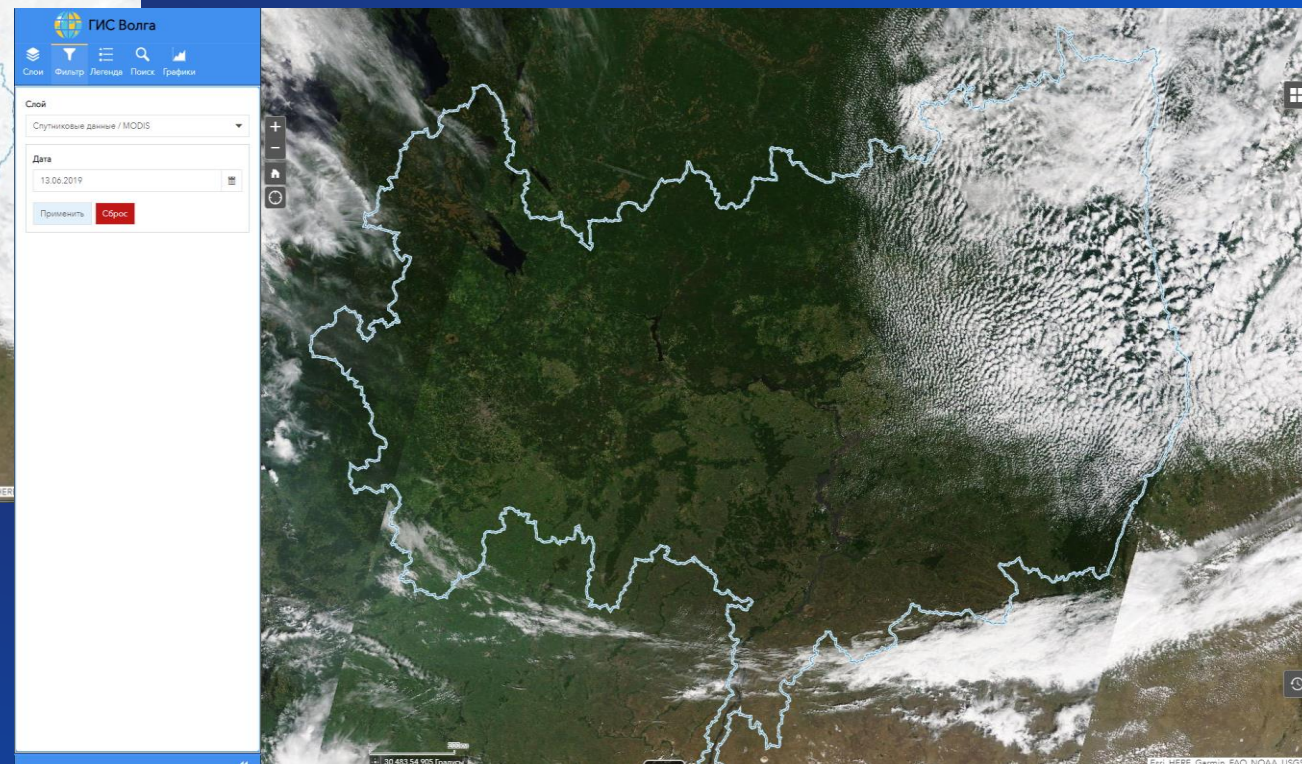


Накопленная сумма осадков по модели COSMO с заблаговременностью до 72 часа

Спутниковые данные «ГИС-Волга»

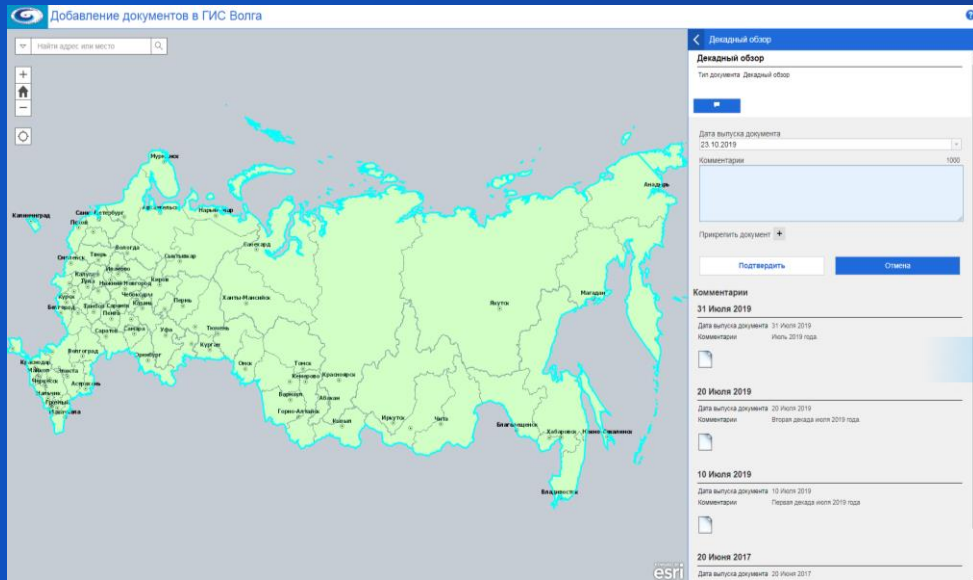


SUOMI NPP VIIRS

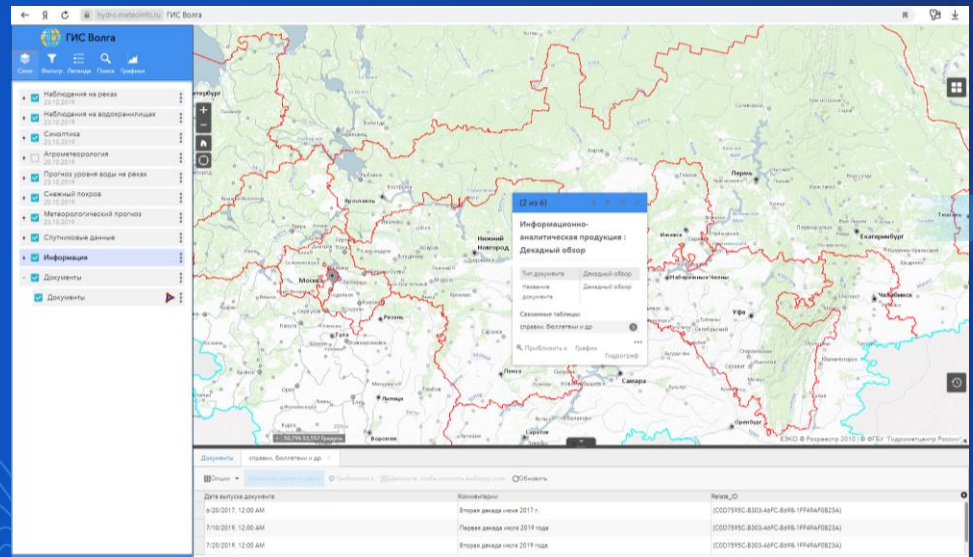


TERRA / AQUA MODIS

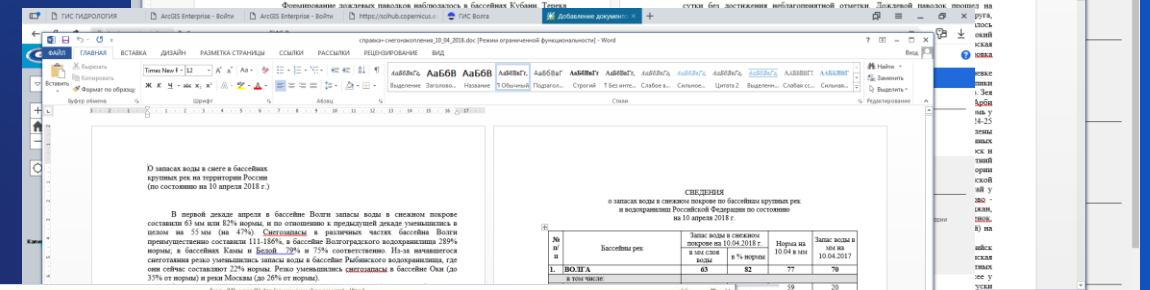
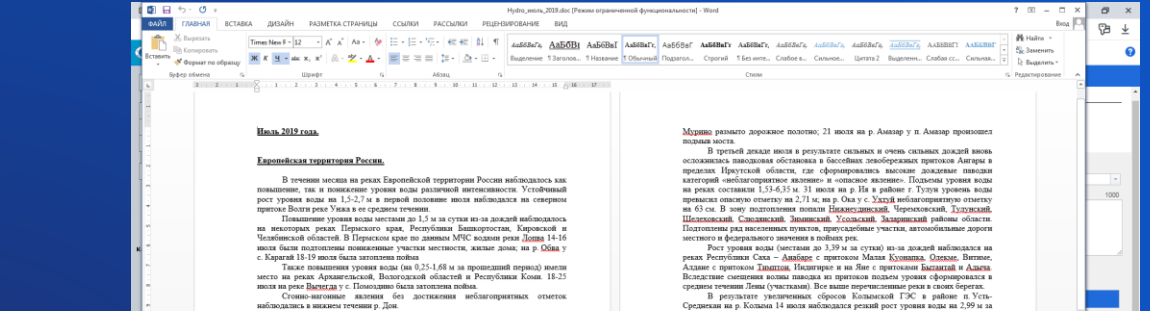
Документооборот



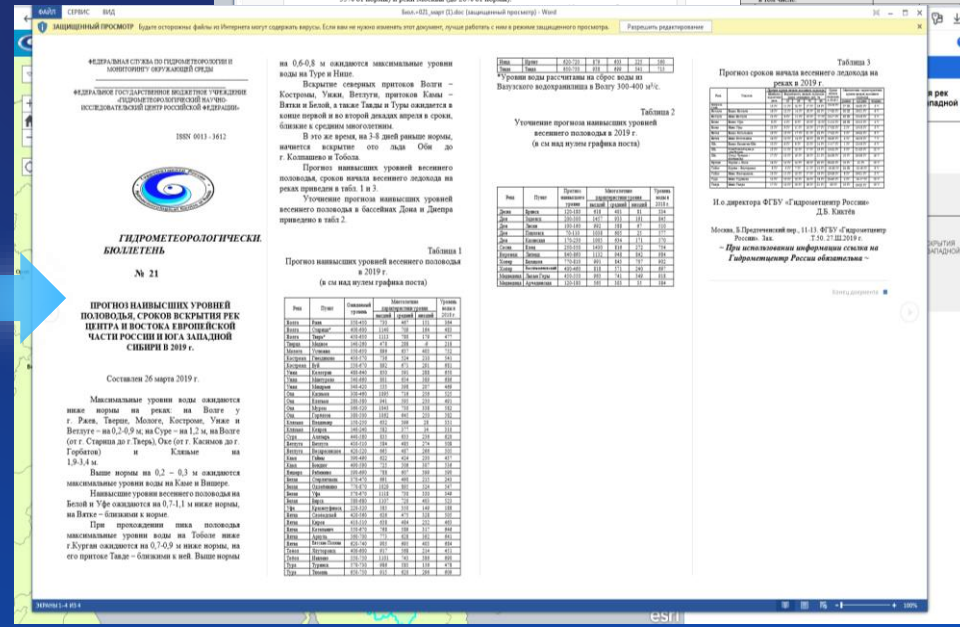
Веб-приложение для ввода документов гидрологов



Выбор и вывод документов из основного Веб-приложения



Декадный обзор



Справки

Бюллетени

Формы представления гидрологической информации

документы

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
БЮЛЛЕТЕНЬ**
№ 218 16 ноября 2012 г.
РЕКИ, ОЗЕРА И ВОДОХРАНИЛИЩА

За прошедшие сутки в гидрологическом режиме рек России существенных изменений не произошло. Повышение уровня воды отмечалось на реках бассейна Волги – Сутке, Ягорбе, Согоже, Сунже, Унже, в нижнем течении Оки. 26-30 ноября ожидается образование ледостава на Шекснинском плесе, 28 ноября-1 декабря – в Переборском заливе Рыбинского водохранилища. Вследствие повышенной температуры воздуха появление льда на р.Москва (выше г.Москва) до 23 ноября не ожидается.

таблица

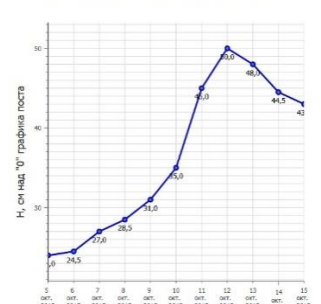
Прогноз суточного притока воды к Зейскому водохранилищу (куб.м/с) на 15 - 19 октября 2015 года
Приток фактический на 14 октября 2015 года
Q ф/ф = 470 куб.м/с
Q г/н = 618 куб.м/с

Модель	Q прогноз 15.10.15	Q прогноз 16.10.15	Q прогноз 17.10.15	Q прогноз 18.10.15	Q прогноз 19.10.15
COSMO	621	497	488		
НСЕР	621	526	595	636	686
UKMO	631	496	511		
ЭМА	631	511	538		

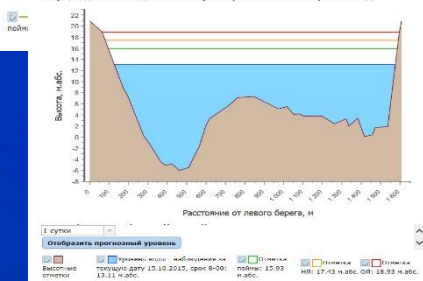
COSMO - модель COSMO (Россия)
НСЕР - модель Национального центра прогнозов (США)
UKMO - модель Метеоорологического бюро Великобритании
ЭМА - модель Японского метеорологического агентства
Дата выпуска прогноза: 15 октября 2015 года

графики

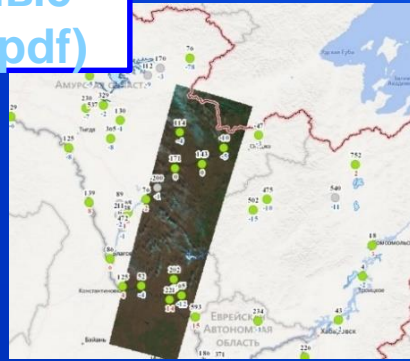
Гидрограф наблюдаемого среднесуточного уровня воды с поста Елабуга (5016) за период 05.10.15 - 15.10.15



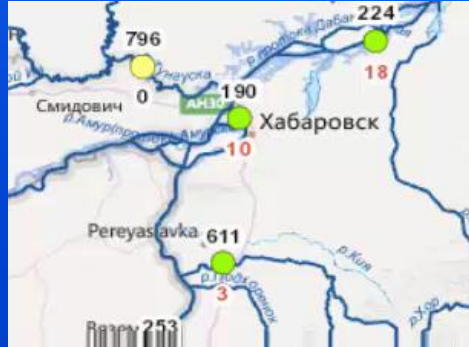
Поперечный профиль русла р.Амур в створе г.Комсомольск (код поста 5024)
Текущая дата наблюдений и выпуска прогноза: 15 октября 2015 года



Электронные карты

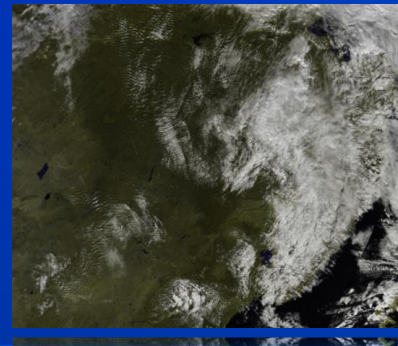


анимация



Печатные карты (pdf)

растровые файлы



векторные файлы

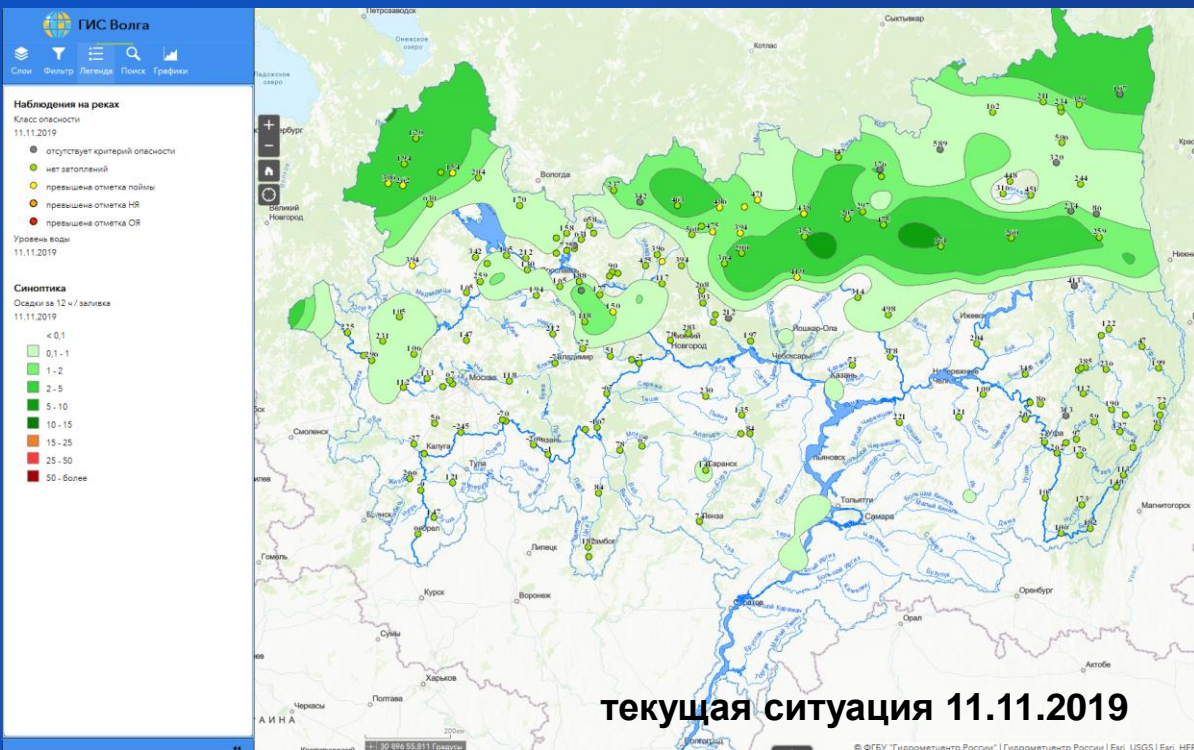


GeoTIFF

KML, SHP

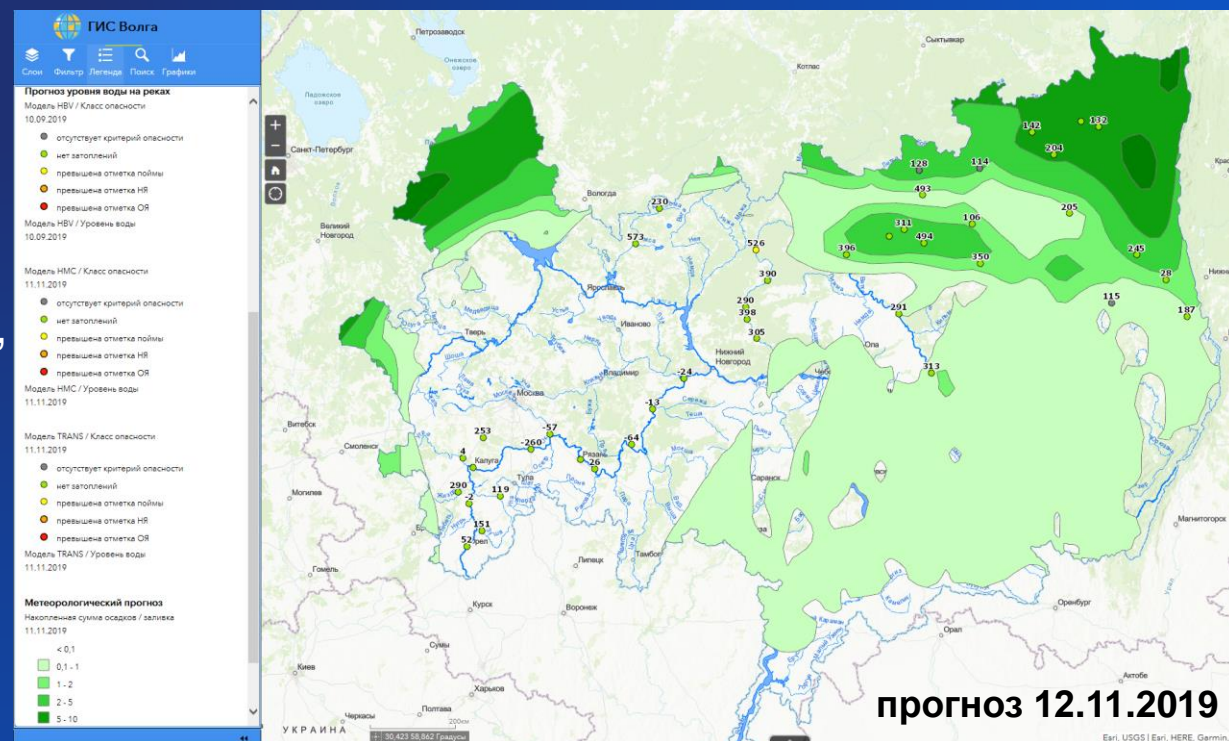
Опытная эксплуатация системы «ГИС-Волга» 2019 г.

За первую декаду ноября 2019 г. в районе Верхней Волги наблюдался аномально интенсивный подъем уровня воды из-за осадков в виде снега и дождя (на 0,2-1,9 м, местами до 2,3-3,2 м за сутки) выше Рыбинского водохранилища, Тверце, Корожечне (Тверская область), на реках Костроме, Ветлуге, Унже, Мезе. Мере, Сендеге, Немде, Вохме, Нее (Костромская область), Согоже, Соти, Черемухе, Урдоме, Сутке, Обноре (Ярославская область).

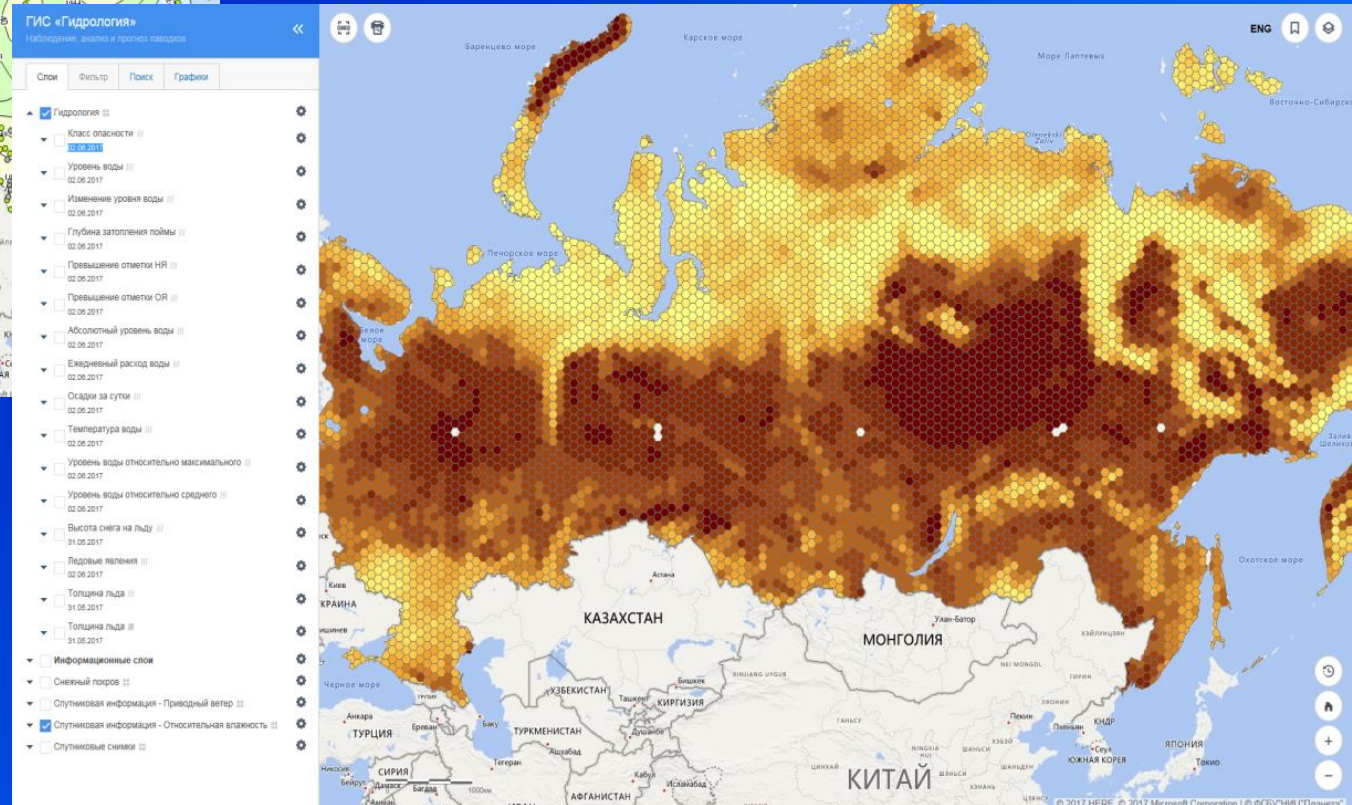
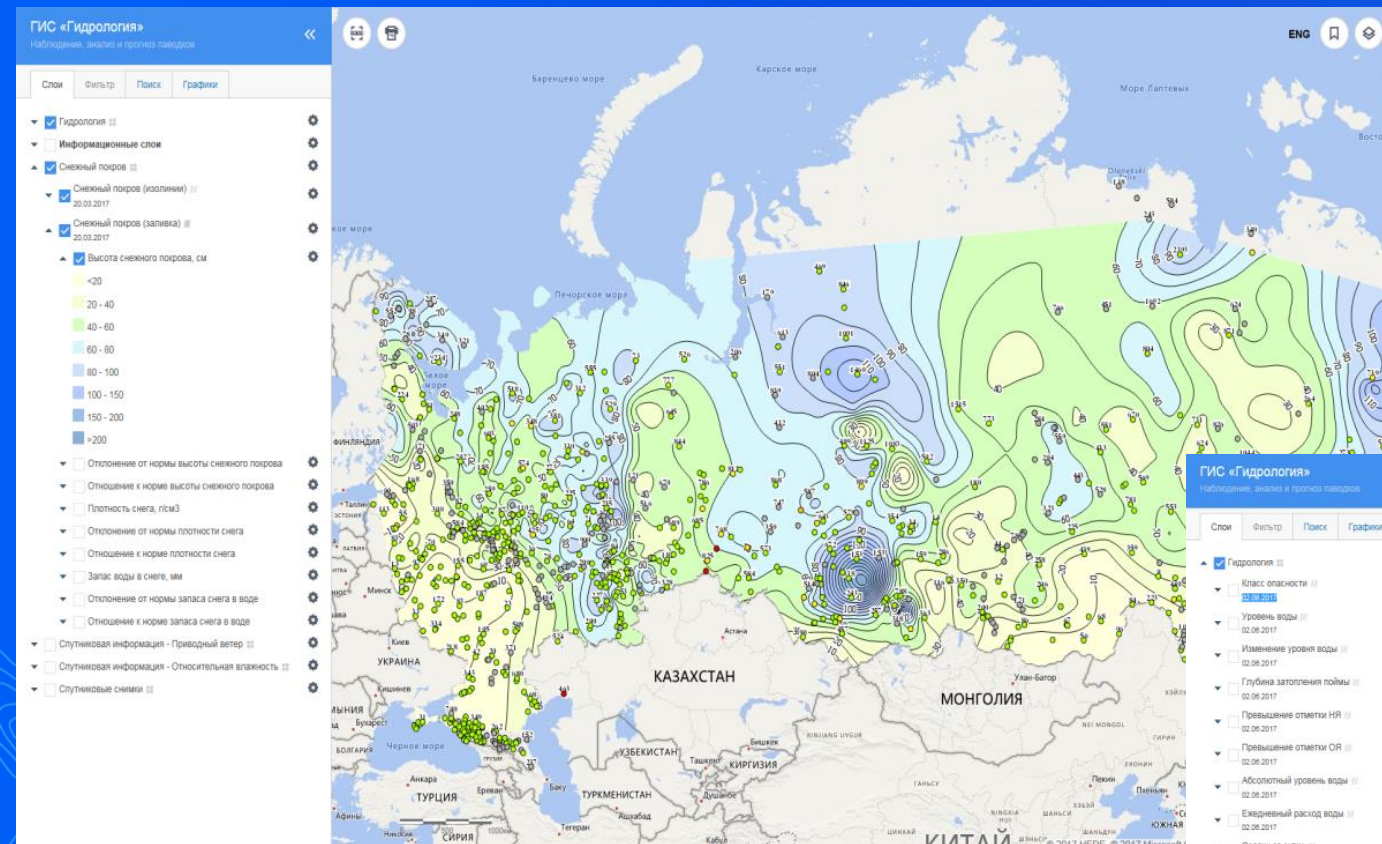


Также высокий уровень воды отмечался на отдельных реках Вологодской (Молога, Чагодыща, Андога, Ягорба), Новгородской (Мста, Шелонь, Ловать, Явонь, Холова, Пола, Уверь, Полить), Псковской (Плюсса) областей.

На большинстве этих рек наблюдалось затопление поймы и пониженных участков местности на глубину 0,1-3,7 м.



ГИС «ГИДРОЛОГИЯ» 2017 г. - ...to be continued





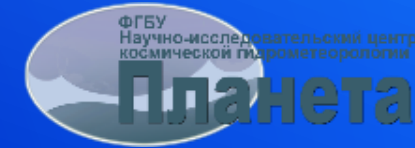
ФГБУ «Гидрометцентр России»

<http://www.meteoinfo.ru/>



ФГБУ «НИЦ «Планета»

<http://planet.iitp.ru/>



Спасибо за внимание!

z-victoria@yandex.ru

Дерюгина

Виктория Владимировна

SEE
WHAT
OTHERS
CAN'T